



# КОМПЛЕКСНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛЭП НА БАЗЕ AUTOCAD CIVIL 3D И MODEL STUDIO CS ЛЭП



## Введение

Совместное использование AutoCAD Civil 3D и Model Studio CS ЛЭП обеспечивает комплексный подход к проектированию ЛЭП. Задача номер один — выбор трассы ЛЭП, составление цифровой модели местности, построение 3D-модели рельефа местности — может быть легко решена с помощью AutoCAD Civil 3D. На основании полученных при этом данных посредством Model Studio CS ЛЭП решается задача номер два — расстановка опор, механический расчет проводов, расчет нагрузок на опоры и фундаменты. Совместная работа, построенная на технологии внешних ссылок AutoCAD, позволяет отслеживать все изменения, возникающие при изменении трассы ЛЭП, и учитывать их при установке опор.

## Работа в AutoCAD Civil 3D

Любой проект начинается с составления топографического плана местности, в AutoCAD Civil 3D — с создания цифровой модели рельефа (ЦМР). Существует несколько основных методов получения данных для поверхности. Это может быть импорт файла с информацией о точках, обработка существующего чертежа (подойдут даже плоские чертежи) с отрисованными метками или горизонталями (рис. 1). При обработке бумажных черте-

жей посредством программы Autodesk Raster Design можно в полуавтоматическом режиме преобразовать бумажные данные в объекты AutoCAD и расположить в правильных координатах растровое изображение местности со спутниковых снимков (Google Earth, Bing и т.д.). Цифровая модель, созданная в Civil 3D, является основой для всех остальных объектов (рис. 2). Для автоматизации отрисовки топознаков используются описания к точкам съемки и кодирование.

Анализируя полученную ЦМР, можно определить характер поверхности релье-

фа, продумать дополнительные меры по защите будущего объекта от воздействия окружающей среды, а также рассмотреть несколько возможных вариантов прохождения трассы, что очень важно при проектировании воздушных линий электропередачи (рис. 3).

Профиль поверхности по выбранной трассе создается автоматически в соответствии с требованиями к оформлению. При необходимости можно изменить параметры любого элемента на виде профиля (цвета, типы линий, веса, вид любых аннотаций и подписей и т.д.). Civil 3D по-

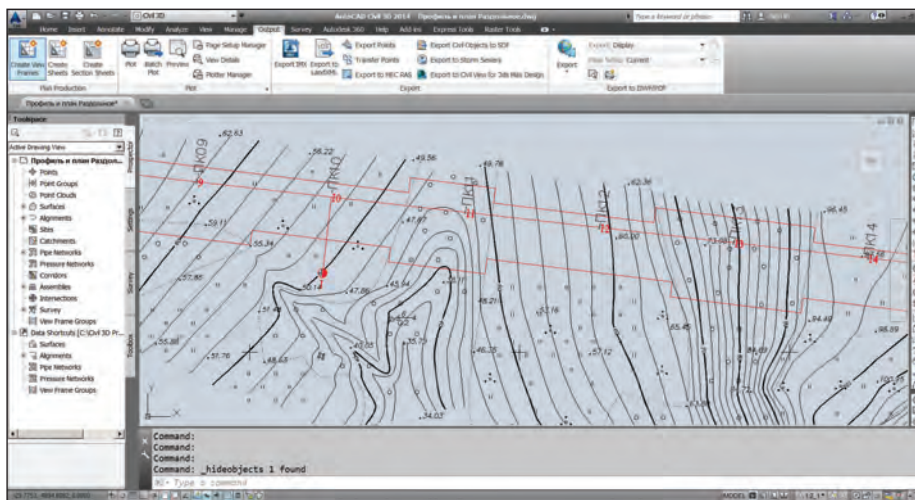


Рис. 1. Чертеж с отрисованными метками и горизонталями



звонит формировать и собственные уникальные подпрофильные таблицы, применяя их как шаблоны для последующих проектов (рис. 4). С помощью модуля Geotechnical (доступного по подписке) на профиль можно нанести данные геологии.

Более качественное визуальное представление обеспечит передача выполненного в Civil 3D проекта в программу Autodesk InfraWorks, функционал которой позволяет быстро получить модель, наполненную качественными 3D-

объектами, а также создать ролик с облетом территории. Модель, выполненная в данном продукте, намного нагляднее любого чертежа и существенно помогает при выборе варианта прокладки трассы (рис. 5).

В Autodesk InfraWorks реализована возможность одновременной работы над моделью. Создавая рабочую группу, можно назначить различные роли участникам и обозначить сферы их деятельности в данной модели. Если появятся сомнения относительно принятого решения, обсудить его можно будет в самой программе. При редактировании или создании объекты и метки будут отображаться на общей модели, таким образом видеть изменения будут все участники группы.

Упомянутые выше программы объединены в одном решении компании Autodesk под названием Autodesk Infrastructure Design Suite Premium. Использование решений Autodesk позволяет многократно сократить время создания и оформления необходимой документации, а также подготовки технического задания для отдела ЛЭП.

### Работа в Model Studio CS ЛЭП

Автоматизировать проектирование воздушных линий электропередачи в строгом соответствии с действующими на территории РФ нормами и ПУЭ-7 позволяет программный комплекс Model Studio CS ЛЭП.

Программный комплекс Model Studio CS ЛЭП обеспечивает проектирование ЛЭП как на плоских чертежах, планах, продольных профилях, так и на созданной в AutoCAD Civil 3D трехмерной модели поверхности земли.

Рассмотрим этот процесс подробнее, уделив особое внимание трехмерной модели ЛЭП.

Часть исходных данных для расстановки опор (план трассы, продольные разрезы профиля, трехмерная поверхность земли) получены из AutoCAD Civil 3D. Исходные данные по климатическим условиям и параметрам ЛЭП задаются непосредственно в Model Studio CS ЛЭП (рис. 6).

Оцифровка плана трассы ЛЭП выполняется средствами программы Model Studio CS ЛЭП, что позволяет задать основные точки установки анкерных и анкерно-угловых опор (рис. 7). Затем оцифрованная модель переносится на продольный разрез профиля, анкерные опоры автоматически устанавливаются в заданные точки, полученные при

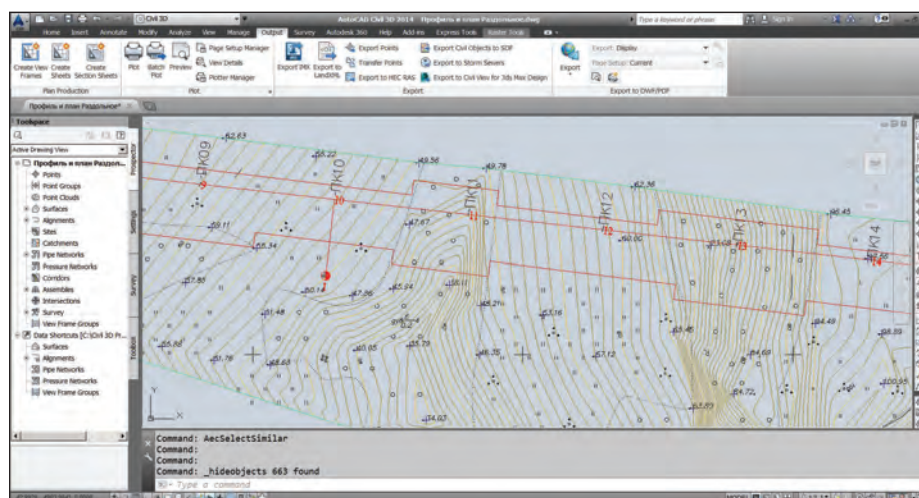


Рис. 2. Цифровая модель местности в AutoCAD Civil 3D

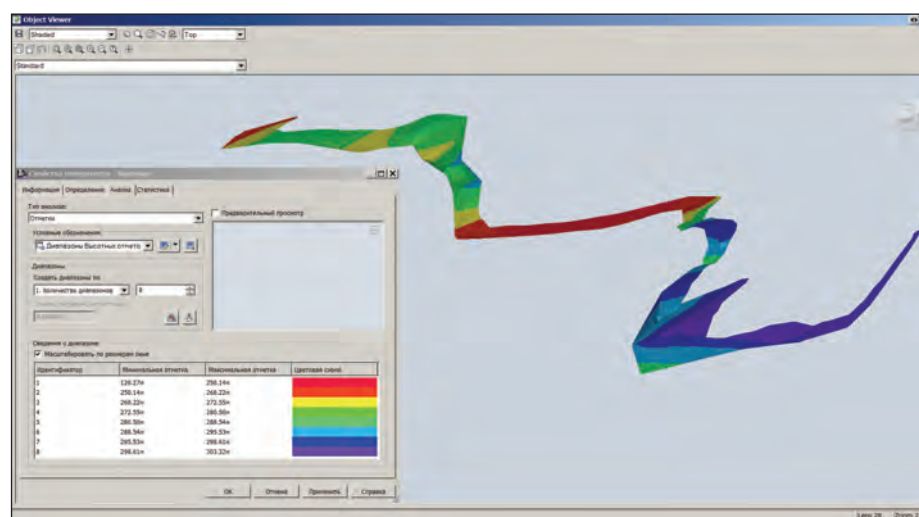


Рис. 3. Пример раскраски модели поверхности рельефа по высотным отметкам

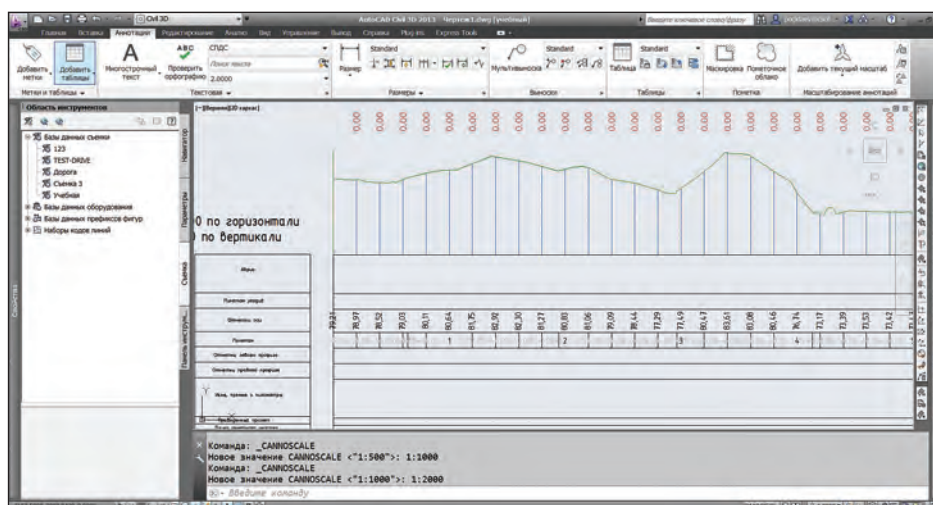


Рис. 4. Продольный разрез профиля по трассе ЛЭП в AutoCAD Civil 3D



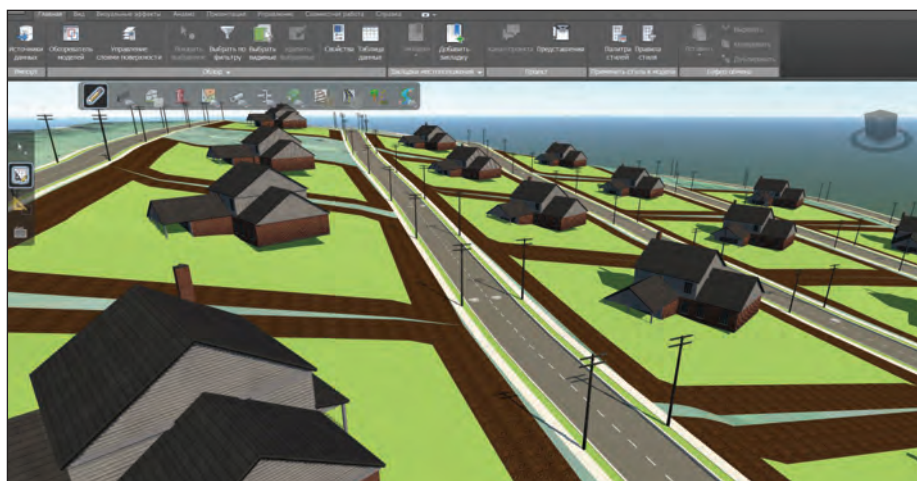


Рис. 5. Модель ЛЭП 0,4 кВ коттеджного поселка в Autodesk InfraWorks

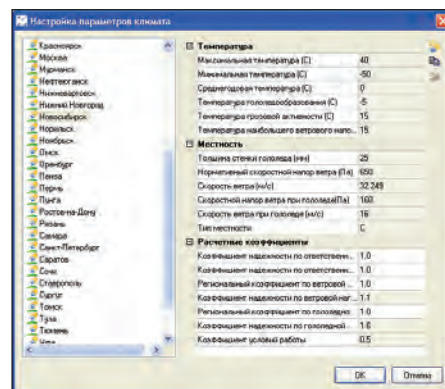


Рис. 6. Исходные данные по климатическим условиям

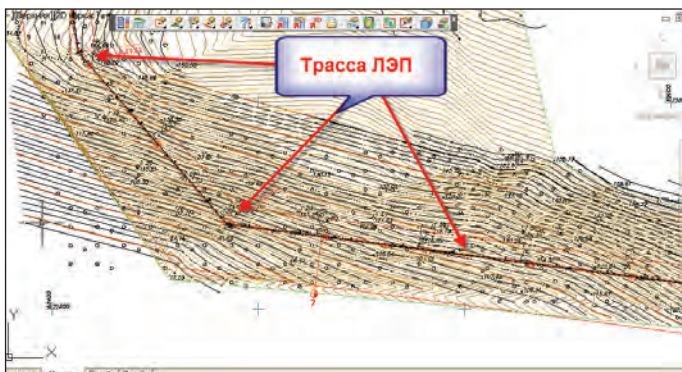


Рис. 7. Трасса ЛЭП на плане в AutoCAD Civil 3D+Model Studio CS ЛЭП

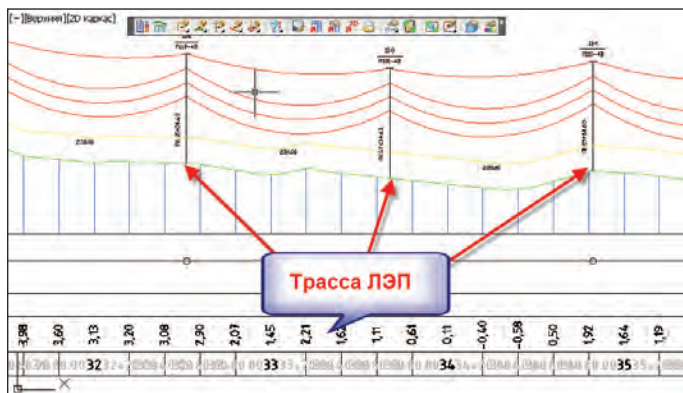


Рис. 8. Трасса ЛЭП на продольном разрезе профиля в AutoCAD Civil 3D+Model Studio CS ЛЭП

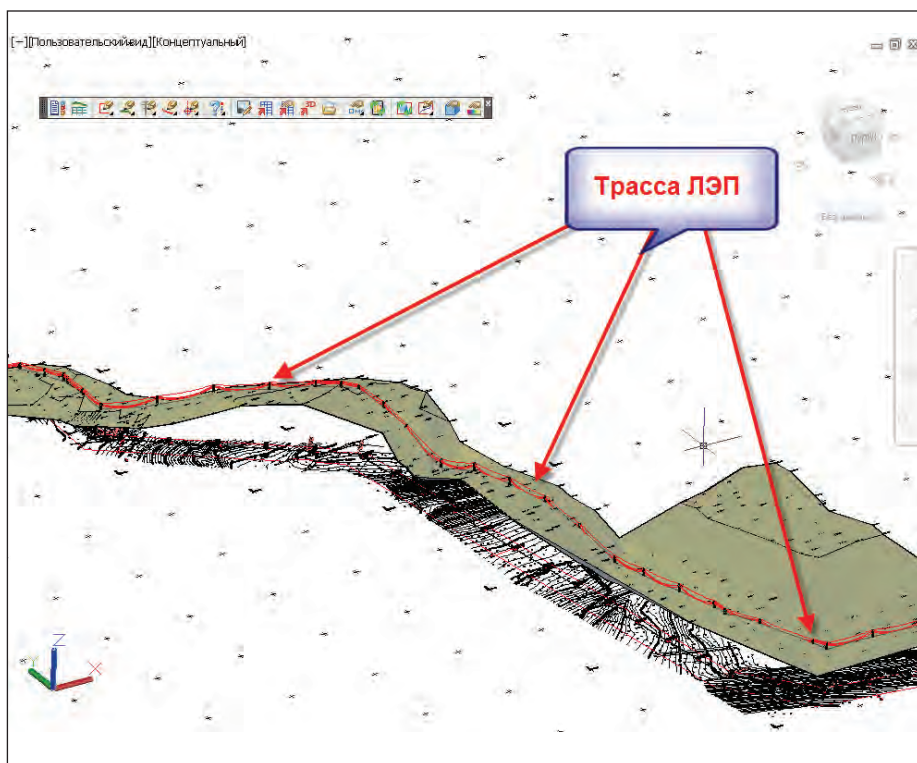


Рис. 9. 3D-модель трассы ЛЭП в AutoCAD Civil 3D+Model Studio CS ЛЭП

оцифровке плана (рис. 8). Процесс установки промежуточных опор может быть произведен в автоматическом или ручном режиме. Все расчеты, касающиеся механики провода, нагрузок на опоры и фундаменты, ведутся в режиме реального времени, что позволяет контролировать правильность принятого проектного решения. Положение опор и проводов относительно рельефа земли на первом, "плоском" этапе проектирования можно отслеживать на продольном разрезе профиля. Второй этап — это совмещенная трехмерная модель рельефа местности, созданная средствами Civil 3D, и трехмерная модель ЛЭП, полученная в системе Model Studio CS ЛЭП. Полная 3D-модель — земля + ЛЭП — позволяет осуществить визуальный контроль и воочию увидеть результат установки опор, аналогичный реально установленным опорам (рис. 9).

Трехмерная модель ЛЭП получается автоматически на основании "плоской" модели ЛЭП и представляет собой трехмерную информационную модель воздушной линии электропередачи. С нее можно получать спецификации, ведомо-



сти, отчеты по механическому расчету провода/троса/ВОК (рис. 10). Система Model Studio CS ЛЭП содержит базу данных трехмерных опор, перечень которых можно расширять самостоятельно. Для работы с 3D-моделью ЛЭП предусмотрен ряд специализированных команд,

таких как добавление новых точек подвеса провода на опорах, а также новых точек подвеса проводов и оборудования непосредственно на проводах. Все объекты 3D-модели ЛЭП являются параметрическими и интеллектуальными. Так, например, при передвижении, переме-

щении опор провода пересчитываются автоматически. Можно легко изменить положение опоры в пространстве, заменить ее на другую опору, выполнить транспозицию фаз на опоре, выполнить подвеску и установку дополнительного оборудования на опоре. Кроме того, обеспечена возможность получить совместную трехмерную модель двух трасс ЛЭП или целого коридора воздушных линий электропередачи.

## Закключение

Совместное использование двух программных комплексов при установке Model Studio CS ЛЭП на платформу AutoCAD Civil 3D предоставляет ряд неоспоримых преимуществ:

- возможность работать в плоскости, плане и продольном разрезе профиля;
- возможность работать в трехмерном пространстве с трехмерной моделью рельефа трассы ЛЭП и трехмерной моделью самой ЛЭП;
- получение трехмерной информационной модели ЛЭП, которая в дальнейшем может быть использована при строительстве и эксплуатации ЛЭП.

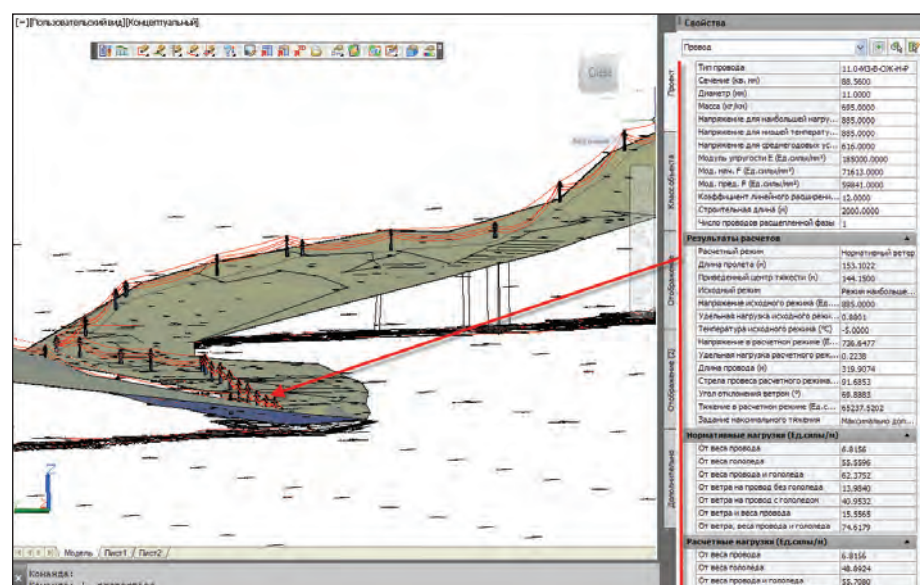


Рис. 10. Механический расчет провода в AutoCAD Civil 3D+Model Studio CS ЛЭП

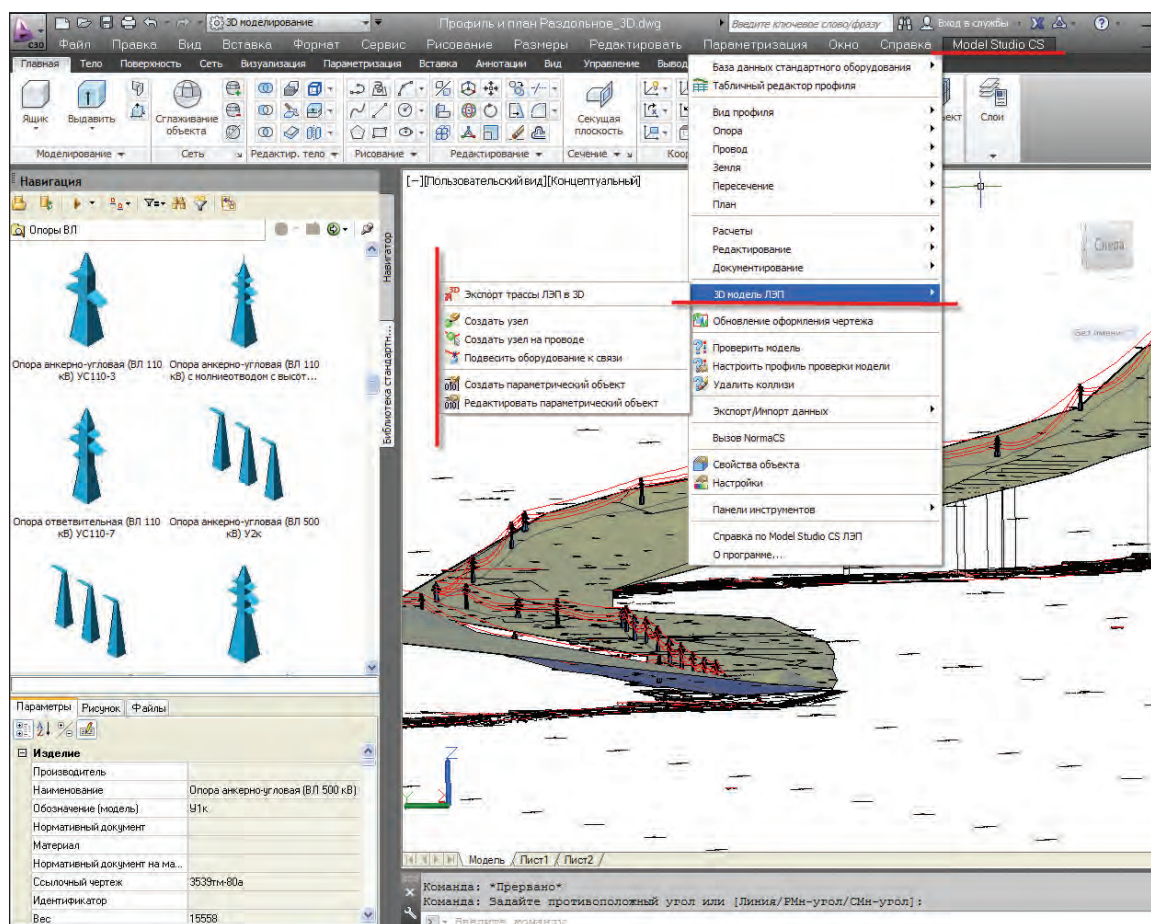


Рис. 11. База данных и функции для работы с 3D-моделью ЛЭП в AutoCAD Civil 3D+Model Studio CS ЛЭП

Данил Пожидаев,  
 Степан Воробьев  
 ЗАО "CuSoft"  
 Тел.: (495) 913-2222  
 E-mail: pogidaev@csoft.ru,  
 vorobev@csoft.ru